

ANALYSIS OF THE SYSTEM POWER STATION RESTORATION PATHS IN MODES AND PSCAD SW

Michal Peterka

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xpeter19@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Michal Ptacek

E-mail: ptacekm@feec.vutbr.cz

Abstract: The paper presents the restoration path for system power station Dlouhé Stráně (EDST) and Chvaletice (ECHV) and it also makes the parameters description of its equivalent model in MODES and PSCAD software. Furthermore, there is the evaluation of the results of carried out basic experiments in this paper.

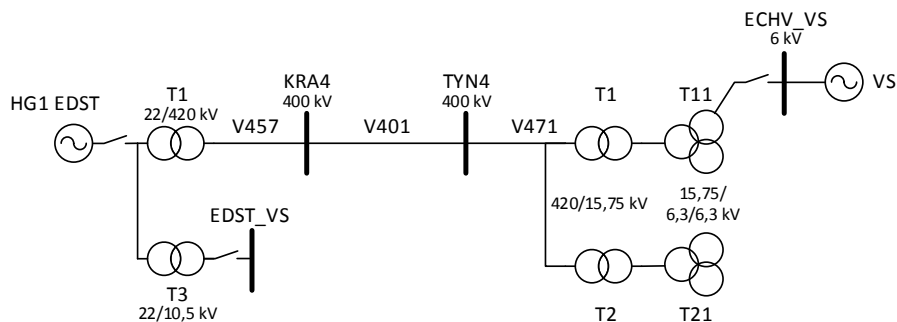
Keywords: MODES, PSCAD, model, simulation, system power station, motor

1 ÚVOD

V případě, že v elektrizační soustavě nastane vícenásobná porucha, může tato porucha zapříčinit kaskádovité vypínání jednotlivých vedení a zařízení elektrizační soustavy (ES). ES se následně může rozdělit na několik oddělených částí, kterou jsou v provozu s vlastní frekvencí, případně pouze na lokální ostrovní provozy a v nejhorším případě nastane úplný výpadek, tzv. „Blackout“. V případě úplného výpadku sítě následuje obnova napájení systémových elektráren ze zdrojů schopných tzv. „startu ze tmy“. Tento článek se věnuje porovnání modelů najížděcí trasy elektrárny Dlouhé Stráně (EDST) – Chvaletice (ECHV) v programu MODES a PSCAD, resp. ověřuje, zda je dostatečný výkon generátoru EDST pro naběhnutí soudobého výkonu vlastní spotřeby ECHV a dále hodnotí související odchylky napětí a frekvence. Model v programu PSCAD je vytvořen pouze za účelem porovnání různých simulačních nástrojů (vs. MODES) pro potřeby ověřování technického provedení najížděcích tras obnovy napájení, a to pro různé provozní scénáře.

2 NAJÍŽDĚCÍ TRASA DLOUHÉ STRÁNĚ – CHVALETICE V PROGRAMU MODES

Parametrizace této najížděcí trasy byla převzata z [1], kde je realizováno výpočetní ověření předcházející reálné zkoušky v roce 2017 v programu MODES, resp. jsou zde uvedeny detailní výsledky získané simulací. Podle [1] trasa zahrnuje blokový transformátor T1 EDST, vedení 400 kV EDST-Krasíkov (V457), vyčleněnou přípojnici v rozvodně Krasíkov (R KRA), vedení 400 kV Krasíkov-Týnec (V401), vyčleněnou přípojnici v rozvodně Týnec (R TYN), blokové vedení 400 kV Týnec-ECHV (V471), blokové transformátory T1, T2 ECHV a odbočkové transformátory T11, T21 na přípojnici 6 kV vlastní spotřeby (VS) ECHV. Schéma najížděcí trasy je na obrázku 2-1 [1].



Obrázek 2-1: Schéma najížděcí trasy EDST – ECHV [1]

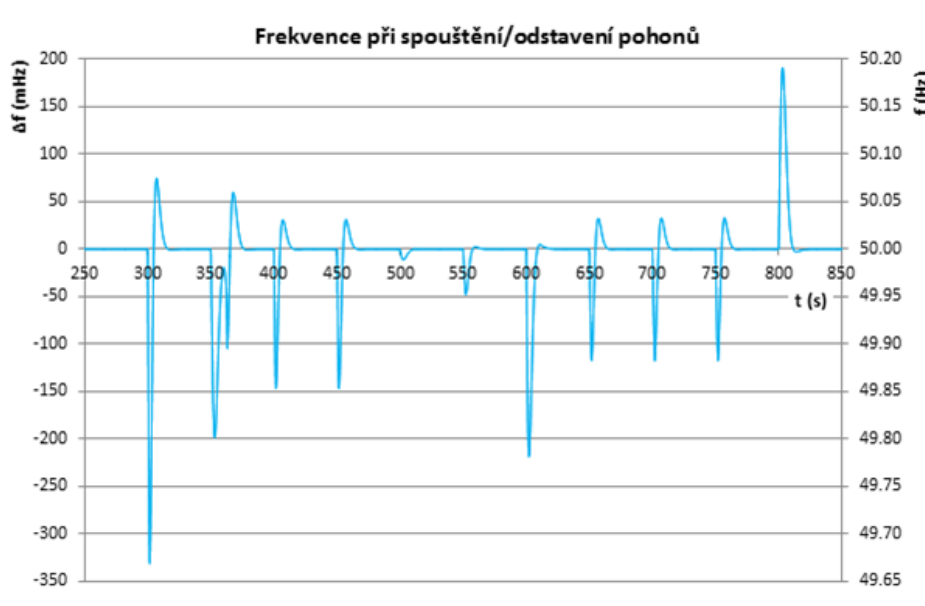
V programu MODES jsou základní parametry sítě zadávány v tabulkové struktuře prostřednictvím samostatných souborů pro "Chod sítě". Reaktance transformátoru je přepočtena na napětí koncového uzlu. Parametry vedení R , X a B jsou zadány v absolutních hodnotách. Asynchronní motory jsou definovány zdánlivým výkonem S_n a parametrem $\cos\varphi$ (účinník) a η (účinnost).

Následující tabulka 1 [1] ukazuje uvažovaný harmonogram postupného zapínání (pozn. vždy po 50 s, při reálné zkoušce se zapnutí dalšího pohonu provádí vždy až po odeznění přechodných dějů a ustálení všech hodnot) pohonů potřebných k najetí ECHV. Pro najetí pohonů vlastní spotřeby je využita separátní trasa s vyhrazeným plným výkonem EDST.

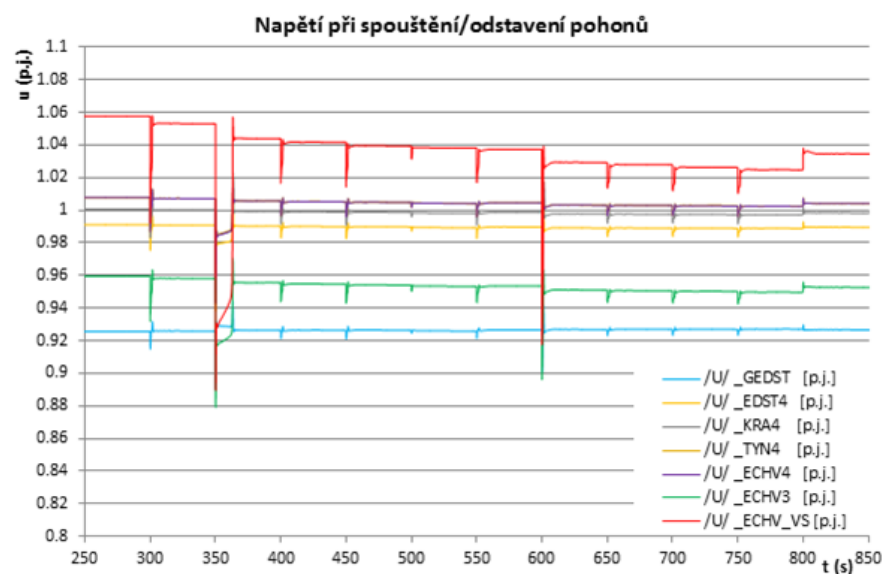
Čas (s)	Operace	Pohon	Výkon (MVA)
300	ZAP	Chladička	2,5
350	ZAP	Kouřový ventilátor - rozběh se zavřenými lopatkami a následné otevření	4,9
400	ZAP	Vzduchový ventilátor	1,2
450	ZAP	Vzduchový ventilátor	1,2
500	ZAP	Kondezátní čerpadlo prvního stupně	0,3
550	ZAP	Kondezátní čerpadlo druhého stupně	0,9
600	ZAP	Napáječka	4,9
650	ZAP	První mlýnský okruh	0,8
700	ZAP	Druhý mlýnský okruh	0,8
750	ZAP	Třetí mlýnský okruh	0,8
800	VYP	Kouřový ventilátor	5,0

Tabulka 1: Scénář simulace [1]

Délka simulace byla 850 s. Během simulace byly zaznamenány odchylky frekvence a napětí viz obrázek 2-2 [1] a obrázek 2-3[1].



Obrázek 2-2: Průběh frekvence simulované trasy v programu MODES [1]

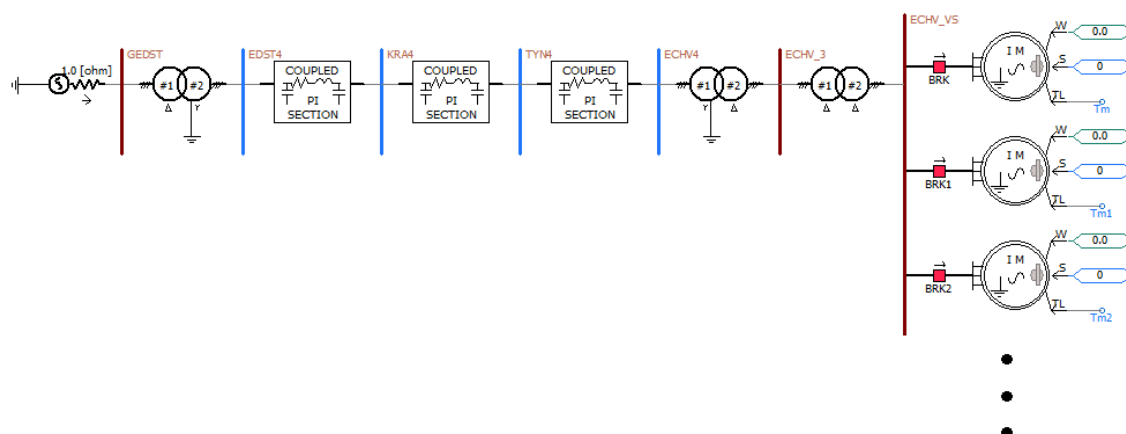


Obrázek 2-3: Průběhy napětí jednotlivých úseků simulované trasy v programu MODES [1]

Dle [1] jsou dovolené meze pro frekvenci v ostrovním provozu jsou ± 200 mHz (mimo rozběhy pohonů) a $\pm 1,5$ Hz (s rozběhy pohonů). Dovolené meze pro napětí se předpokládají standardní, a to $\pm 5\%$ U_n (ZVN) a $\pm 10\%$ U_n (VN). Samotná úspěšnost najetí je posuzována také dle individuálních kritérií, jejichž úplný výčet je v [1]. Z pohledu hodnocení napětí z nich vyplývá, že napětí vlastní spotřeby má být v rozmezí 6-6,4 kV, resp. při rozběhu motorů $> 4,8$ kV (tj. nad mezí působení podnapětových ochran). Simulace v programu MODES dle [1] dopadla úspěšně, hodnoty frekvence, stejně jako napětí byly během simulace v dovolených mezích.

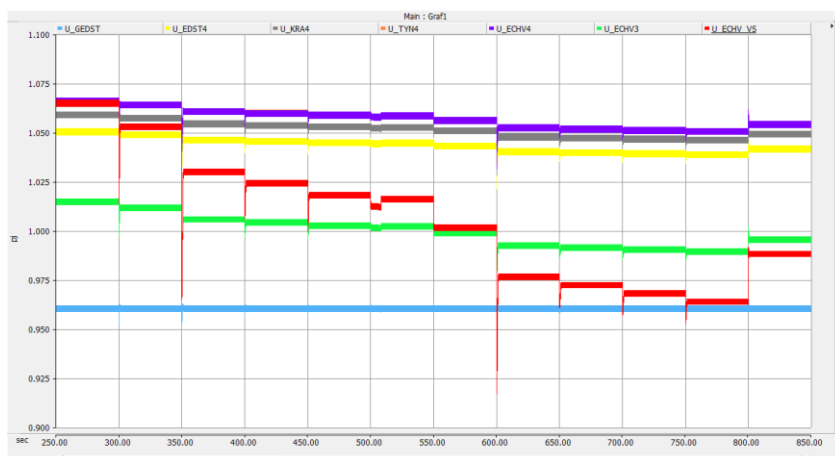
3 NAJÍZDĚCÍ TRASA DLOUHÉ STRÁNĚ – CHVALETICE V PROGRAMU PSCAD

Parametry modelované sítě v PSCAD byly získány z programu MODES. Svorkové napětí generátoru je udržováno na konstantní hodnotě. Parametry transformátorů jsou napětí primární/sekundární strany, reaktance a výkon. Reaktance je vztažena na výkon a napětí primární strany transformátoru. Vedení je nahrazeno π článkem, který je parametrizován prostřednictvím R , X a B . Motory se definují odporem a reaktancí statoru a rotoru. Tyto hodnoty jsou dále vztaženy na jmenovitý výkon a napětí motoru. Parametry motorů byly získány z tabulky obsahující sady typových parametrů, která je součástí programu MODES. Krok simulace činil 250 μ s.

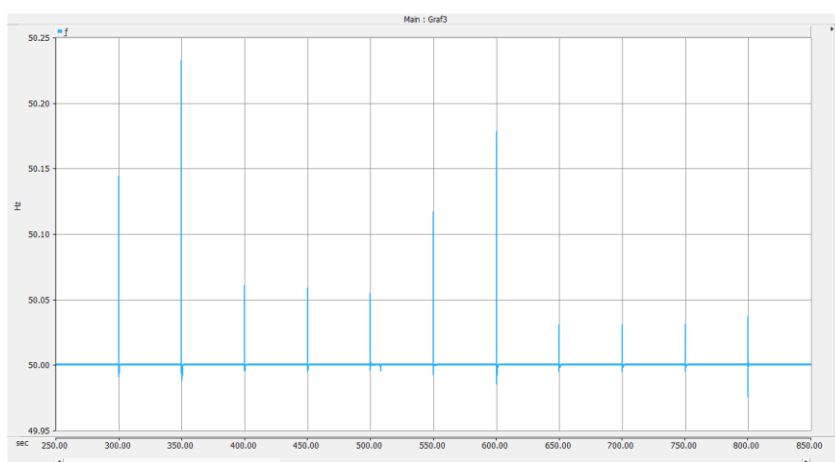


Obrázek 3-1: Schéma simulované trasy v programu PSCAD

Na obrázku 3-2 jsou zobrazena napětí jednotlivých úseků v p.j. a na obrázku 3-3 je zobrazen průběh frekvence trasy v Hz.



Obrázek 3-2: Průběhy napětí jednotlivých úseků trasy v pj v závislosti na čase v programu PSCAD



Obrázek 3-3: Průběh frekvence trasy v Hz v závislosti na čase v programu PSCAD

V případě simulace v programu PSCAD by v dovolených mezích byly pouze hodnoty frekvence, kde frekvence neklesla o více než 2 mHz a nezvýšila o více než 25 mHz. Napětí vlastní spotřeby při rozběhu motorů sice nekleslo pod 4,8 kV, ale ustálené napětí vlastní spotřeby kleslo pod 5,82 kV, což je nepřijatelné (dovolené je 6-6,4 kV). Tato simulace tedy dopadla neúspěšně. Nutno dodat, že transformátory byly namodelovány bez regulace odboček, což mohlo mít na snížené napětí také vliv.

4 ZÁVĚR

Vzhledem k tomu, že v obou programech se parametry prvků sítě zadávají jiným způsobem, je následné modelování složitější. Z grafických výstupů lze sledovat velké rozdíly mezi simulacemi. Nepřesnosti simulace v programu PSCAD vznikly s velkou pravděpodobností nedokonalým namodelováním jednotlivých prvků a pro přesnější simulaci bude vyžadováno hlubší zkoumání a porozumění obou programů.

REFERENCE

- [1] PISTORA, M., T. LINHART a O. RYCHLÝ. Zkouška startu ze tmy elektrárny Dlouhé stráně pro najetí bloku elektrárny Chvaletice: ČEPS, EGÚ.